

Name of the Teacher- Sutapa Chakrabarty

Subject: Chemistry

Class: Semester-2

Paper: DSC1BT: Organic Chemistry

Topic: Alcohols and Phenols

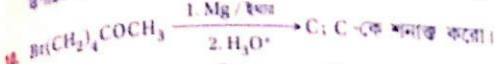
Part 2

Comments: Go through the marked portions carefully and complete the given assignment.

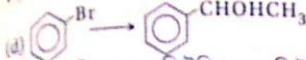
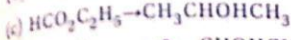
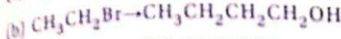
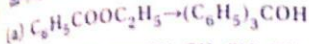
Reference: Chhaya Rasayan, Dadwasi by Maiti, Tewari, Roy



১০. উপযুক্ত স্লিমনার্ট বিকারক এবং কার্বনিল যৌগের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটিয়ে কমাটি স্পায়ে ৩-মিথাইলহেপ্টান-৩-অল প্রস্তুত করা যাবে? বিক্রিয়াগুলি লেখো।



১১. স্লিমনার্ট বিক্রিয়ার সাহায্যে কীভাবে রূপান্তরিত করবে?



১২. কীভাবে বেঞ্জিন থেকে কিউমিন এবং কিউমিন থেকে ফেনল পাওয়া যায়?

১৩. সোডিয়াম *p*-টলুইনসালফোনট থেকে 4-মিথাইলফেনল প্রস্তুত করো।

11.5 অ্যালকোহল ও ফেনলের ভৌত ধর্মসমূহ (Physical Properties of Alcohols and Phenols)

11.5.1 অ্যালকোহলের ভৌত ধর্মসমূহ (Physical Properties)

1. অবস্থা, বর্ণ ও গন্ধ (Physical state, colour & odour)

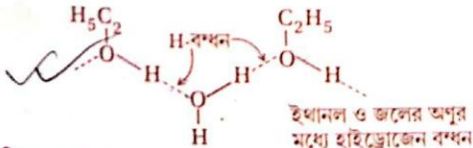
সাধারণ তাপমাত্রায় নিম্ন আণবিক গুরুত্ববিশিষ্ট অ্যালকোহলগুলি বিশিষ্ট গন্ধবৃত্ত, কখনো, প্রশম তরল ও উচ্চ আণবিক গুরুত্ববিশিষ্ট অ্যালকোহলগুলি কখনো, প্রশম, মোমের মতো কঠিন পদার্থ। সমস্ত অ্যালকোহলই দাহ্য।

2. দ্রাব্যতা (Solubility)

অপেক্ষাকৃত কম আণবিক গুরুত্ববিশিষ্ট অ্যালকোহলগুলি জলের চেয়ে হালকা এবং জলের সঙ্গে যে-কোনো অনুপাতে মেশে।

উদাহরণ মিথানল, ইথানল, 1-প্রোপানল, 2-প্রোপানল, এবং টাট-বিউটাইল অ্যালকোহল।

১) জলের অণুর সঙ্গে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠনের জন্যই অ্যালকোহল জলে দ্রবীভূত হয়। ২) আণবিক গুরুত্ব বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে এদের জলে দ্রাব্যতা কমে থাকে। উচ্চ আণবিক গুরুত্ববিশিষ্ট অ্যালকোহলগুলি জলে অদ্রাব্য। নিম্ন আণবিক গুরুত্ববিশিষ্ট অ্যালকোহলগুলিতে অধুবীয় (non-polar) ও জল-বিকর্ষী (hydrophobic) হাইড্রোকার্বন গ্রুপের (-R) তুলনায় ধুবীয় (polar) ও জলাকর্ষী (hydrophilic) হাইড্রক্সিল (-OH) গ্রুপের প্রাধান্য বেশি। তাই এই অ্যালকোহলগুলি জলের অণুর সঙ্গে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে জলে দ্রবীভূত হতে পারে।



অধুবীয় ও জলবিকর্ষী হাইড্রোকার্বন গ্রুপ (প্রাধান্য বেশি) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{CH}_2 - \text{OH}$ \leftarrow ধুবীয় ও জলাকর্ষী হাইড্রক্সিল গ্রুপ (প্রাধান্য কম) (জলে অদ্রাব্য)

অ্যালকোহল, ফেনল এবং ইথারসমূহ 673

iii) উচ্চ আণবিক গুরুত্ববিশিষ্ট অ্যালকোহলগুলিতে ধুবীয় ও জলবিকর্ষী -OH গ্রুপের তুলনায় অধুবীয় ও জল-বিকর্ষী হাইড্রোকার্বন (-R) গ্রুপের প্রাধান্য বেশি। তাই এই অ্যালকোহলগুলির জলের সঙ্গে H-বন্ধন গঠনের প্রবণতা খুবই কম হওয়ায় এরা জলে অদ্রাব্য।

উদাহরণ ইথানল ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) জলে দ্রাব্য, কিন্তু 1-ডেকানল [$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_2\text{OH}$] জলে অদ্রাব্য।

iv) সমাবয়বী অ্যালকোহলগুলির ক্ষেত্রে পার্শ্বশাখার সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে দ্রাব্যতা ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। এর কারণ পার্শ্বশাখার সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে অধুবীয় ও জল-বিকর্ষী হাইড্রোকার্বন গ্রুপের পৃষ্ঠতলের পরিমাণ তথা প্রাধান্য ক্রমশ হ্রাস পায়, ফলে দ্রাব্যতা ক্রমশ বৃদ্ধি পায়।

অ্যালকোহল	দ্রাব্যতা
n-বিউটাইল অ্যালকোহল ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$)	7.9 g/100g জল
অইসোবিউটাইল অ্যালকোহল [$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$]	10.0 g/100g জল
সেক-বিউটাইল অ্যালকোহল ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHOHCH}_3$)	12.5 g/100g জল
টাট-বিউটাইল অ্যালকোহল [$(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{OH}$]	∞

v) জৈব যৌগে উপস্থিত -OH গ্রুপের সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে, জলে ওই যৌগটির দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়।

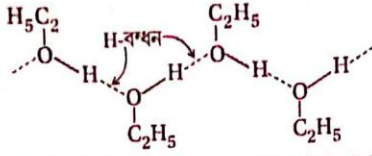
উদাহরণ গ্লিসারল ($\text{HOCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$) ও গ্লুকোজ [$\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{CHO}$] অণুতে যথাক্রমে তিনটি ও ছয়টি -OH গ্রুপ আছে। অধিক সংখ্যক -OH গ্রুপের উপস্থিতির ফলে গ্লিসারল ও গ্লুকোজ অণু জলের অণুর সঙ্গে অধিক মাত্রায় হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে। তাই জলে গ্লিসারল ও গ্লুকোজের দ্রাব্যতা খুব বেশি।

3. স্ফুটনাঙ্ক (Boiling point)

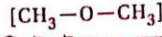
i) যে-কোনো অ্যালকোহলের স্ফুটনাঙ্ক প্রায় সম-আণবিক ভরবিশিষ্ট অ্যালকেন বা ইথারের চেয়ে বেশি হয়। এর কারণ হল তরল অবস্থায় অ্যালকোহলের অণুগুলি আন্তরাণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন (intermolecular hydrogen bonding) গঠনের মাধ্যমে সংযোজিত বা সংগৃহীত (associated) হয়ে অতিকায় অণু-রূপে অবস্থান করে, তাই এই অণুগুলিকে পৃথক করতে অধিক তাপশক্তির প্রয়োজন হয়। অন্যভাবে বলা যায়, অণু-সংযোজনের ফলে অ্যালকোহলের কার্যকরী আণবিক গুরুত্ব অনেক বেড়ে যাওয়ায় ওর স্ফুটনাঙ্ক অনেকটা বেড়ে যায়। অন্যদিকে, অ্যালকেন ও ইথার অণুগুলির মধ্যে H-বন্ধন গঠিত না হয়ে যথাক্রমে দুর্বল ড্যান ডার ওয়ালস্ আকর্ষণ বল এবং দ্বি-মেরু-দ্বি-মেরু আকর্ষণ বল কাজ করে বলে প্রকৃতপক্ষে এই অণুগুলি একক অণু-রূপে অবস্থান করে। ফলে এদেরকে পৃথক করতে অপেক্ষাকৃত কম তাপশক্তির প্রয়োজন হয়।

উদাহরণ ইথানল অ্যালকোহলের ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) আণবিক ভর (46) হাইমিথাইল ইথারের (CH_3OCH_3) আণবিক ভরের (46) সমান এবং প্রোপেনের ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$) আণবিক ভরের (44) প্রায় সমান হওয়া সত্ত্বেও ইথানল অ্যালকোহলের স্ফুটনাঙ্ক (78.7°C)

ডাইমিথাইল ইথার এবং প্রোপেনের স্ফুটনাঙ্কের (ডাইমিথাইল ইথার: -24.9°C এবং প্রোপেন: -42°C) তুলনায় অনেক বেশি হয়।



সংগুণিত ইথাইল অ্যালকোহল অণুসমূহ $[(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_n]$



ডাইমিথাইল ইথারের একক অণু

ii একই আণবিক সংকেতবিশিষ্ট সমাবয়বী অ্যালকোহলগুলির ক্ষেত্রে পার্শ্বশাখার সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে পৃষ্ঠতলের পরিমাণ হ্রাস পাওয়ায় তথা ভ্যান ডার ওয়ালস্ আকর্ষণ বল হ্রাস পাওয়ায় স্ফুটনাঙ্ক হ্রাস পায়। পার্শ্বশাখা বৃদ্ধির সঙ্গে আন্তরাণবিক H-বন্ধন গঠনের ক্ষেত্রে স্টেরিক বাধা (steric hindrance) সৃষ্টিও এই হ্রাসের অন্যতম কারণ। সুতরাং, এরূপ অ্যালকোহলগুলির স্ফুটনাঙ্ক হ্রাসের ক্রম: প্রাইমারি > সেকেন্ডারি > টারসিয়ারি।

উদাহরণ n -বিউটাইল অ্যালকোহল, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, আইসোবিউটাইল অ্যালকোহল, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$, সেক-বিউটাইল অ্যালকোহল, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHOHCH}_3$ ও টার্ট-বিউটাইল অ্যালকোহলের স্ফুটনাঙ্ক যথাক্রমে 118, 108, 100 ও 83°C ।

iii **1** একই শ্রেণির অ্যালকোহলের ক্ষেত্রে স্ফুটনাঙ্ক আণবিক ভর বৃদ্ধির সঙ্গে বৃদ্ধি পায়। **2** পলিহাইড্রিক অ্যালকোহলগুলির ক্ষেত্রে $-\text{OH}$ গ্রুপের সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা অণুগুলির সংযোজিত হওয়ার সম্ভাবনা বৃদ্ধি পায়, ফলে এদের সান্দ্রতা ও স্ফুটনাঙ্ক ক্রমশ বৃদ্ধি পায়।

উদাহরণ	ডাইইথাইল গ্লিসারল (স্ফুটনাঙ্ক 190°C)	মনোইথাইল গ্লিসারল (স্ফুটনাঙ্ক 230°C)	গ্লিসারল (স্ফুটনাঙ্ক 290°C)
	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OC}_2\text{H}_5 \\ \\ \text{CHOC}_2\text{H}_5 \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OC}_2\text{H}_5 \\ \\ \text{CHOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CHOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$

4. শারীরবৃত্তীয় প্রভাব (Physiological effect)

জীবদেহে নিম্নতর অ্যালকোহলগুলির বিরূপ প্রতিক্রিয়া দেখা যায়। যেমন, মিথাইল অ্যালকোহল বিষাক্ত এবং এটি চোখের নার্ভকে পক্ষাঘাতগ্রস্ত করে যার শেষ পরিণতি অন্ধত্ব। ইথাইল অ্যালকোহল কেন্দ্রীয় স্নায়ুতন্ত্রের ওপর ক্রিয়া করে নেশাগ্রস্ত করে, তাই এটি পানীয়রূপে ব্যবহৃত হয়।

11.5.2 ফেনলের ভৌত ধর্মসমূহ (Physical Properties)

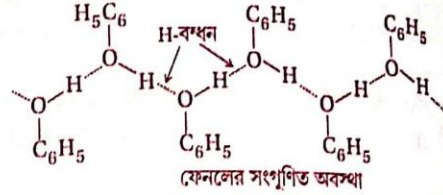
1. অবস্থা, বর্ণ ও গন্ধ (Physical state, colour & odour)

বিশুদ্ধ ফেনলগুলি সাধারণ উল্লভায় বর্ণহীন তরল বা কঠিন পদার্থ। এদেরকে বায়ুতে রাখলে জারিত হয়ে বাদামি বর্ণ ধারণ করে। যেমন—বিশুদ্ধ বর্ণহীন ফেনলকে আলোক ও বায়ুর উপস্থিতিতে রাখলে এটি সহজেই জারিত হয়ে রঙিন কুইনোন জাতীয় যৌগ গঠন করে। এই কারণে

দীর্ঘদিন আলোক ও বায়ুর উপস্থিতিতে থাকলে বর্ণহীন ফেনল গাঢ় বাদামি বর্ণের তরলে পরিণত হয়। রঙিন ফেনলকে পাতিত করলে বর্ণহীন ফেনল ফেনল পাওয়া যায়। ফেনলগুলির একটি তীব্র বিশিষ্ট গন্ধ আছে, যা 'ফেনলীয় গন্ধ' (phenolic odour) বলে পরিচিত।

2. স্ফুটনাঙ্ক (Boiling point)

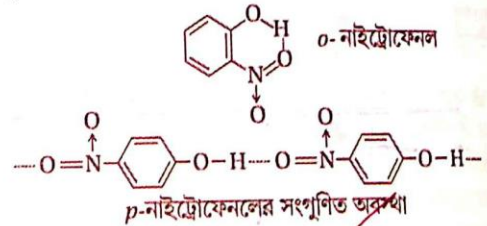
i অ্যালকোহলের মতো ফেনলের অণুগুলিও আন্তরাণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে সংগুণিত অবস্থায় থাকে বলে ফেনলের স্ফুটনাঙ্ক যথেষ্ট বেশি (182°C)। প্রায় সম-আণবিক ভরবিশিষ্ট অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন টলুইন (আণবিক ভর 92, স্ফুটনাঙ্ক 111°C) অপেক্ষা এর স্ফুটনাঙ্ক (71°C) বেশি।



ফেনলের সংগুণিত অবস্থা

ii প্রতিস্থাপিত ফেনলগুলির ক্ষেত্রে প্রতিস্থাপনের অবস্থানের ওপর তাদের স্ফুটনাঙ্ক নির্ভর করে।

উদাহরণ অর্ধো-নাইট্রোফেনলের ক্ষেত্রে অন্তঃআণবিক (intramolecular) হাইড্রোজেন বন্ধন গঠিত হয় বলে অণুগুলি একক অণুরূপে অবস্থান করে এবং তাই এর স্ফুটনাঙ্ক কম। কিন্তু, মেটা-বা পাৰো-নাইট্রোফেনলের ক্ষেত্রে অন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের পরিবর্তে আন্তরাণবিক (intermolecular) হাইড্রোজেন বন্ধন গঠনের মাধ্যমে অণুগুলি সংগুণিত (associated) অবস্থায় থাকে। তাই এদের স্ফুটনাঙ্ক তুলনামূলকভাবে বেশি।



3. দ্রাব্যতা (Solubility)

অ্যালকোহলের মতো ফেনলগুলিও জলের সঙ্গে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে। তাই ফেনলগুলিরও জলে দ্রবীভূত হওয়ার কথা। কিন্তু আকার বড়ো জল-বিকর্ষী হাইড্রোকার্বন অংশের (বেঞ্জিন বলয়) উপস্থিতির জন্য ফেনলগুলির জলে দ্রাব্যতা নিম্নতর অ্যালকোহলগুলির তুলনায় যথেষ্ট কম। $-\text{OH}$ গ্রুপের সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে ফেনলগুলির জলে দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায় আবার, আকারে বড়ো হাইড্রোকার্বন অংশের জন্য ফেনলগুলি ইথার অ্যালকোহল প্রভৃতি জৈব দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়।

4. শারীরবৃত্তীয় প্রভাব (Physiological effect)

ফেনল একটি অত্যন্ত বিষাক্ত ও ক্ষয়কারী পদার্থ। ত্বকের সংস্পর্শে এলে এটি যন্ত্রণাদায়ক ক্ষতের সৃষ্টি করে। এর জীবাণুনাশক ধর্ম আছে।

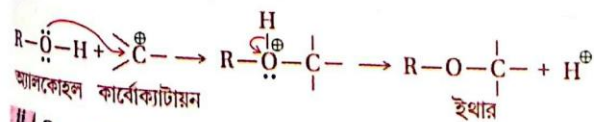
পরিচ্ছেদ 11.5 সংক্রান্ত প্রশ্ন

- ইথানলের স্ফুটনাঙ্ক সম-আণবিক ভরবিশিষ্ট ডাইমিথাইল ইথার অপেক্ষা অনেক বেশি কেন?
- n -বিউটাইল অ্যালকোহল, আইসোবিউটাইল অ্যালকোহল ও টার্ট-বিউটাইল অ্যালকোহলকে স্ফুটনাঙ্ক হ্রাসের ক্রমানুসারে সাজাও। কারণ উল্লেখ করো।
- n -হেক্সাইল অ্যালকোহল, n -বিউটাইল অ্যালকোহল, n -হেক্সাইল অ্যালকোহল এবং n -পেন্টাইল অ্যালকোহলকে জলে দ্রাব্যতা হ্রাসের ক্রমানুসারে সাজাও এবং কারণ উল্লেখ করো।
- $C_4H_{10}O$ আণবিক সংকেতবিশিষ্ট অ্যালকোহলগুলির জলে দ্রাব্যতা যথাক্রমে 7.9, 10.0, ∞ এবং 12.5। অ্যালকোহলগুলিকে শনাক্ত করো।
- আণবিক ভর বেশি হওয়া সত্ত্বেও ডাইইথাইল গ্লিসারলের স্ফুটনাঙ্ক গ্লিসারল অপেক্ষা কম কেন?
- বৌগ-জোড়াগুলির কোনটি জলে অধিক দ্রাব্য এবং কেন? (a) CH_2Cl_2 ও CH_3OH (b) $CH_3CH_2CH_2SH$ ও $CH_3CH_2CH_2OH$ (c) CH_3COCH_3 ও $(CH_3)_2C=CH_2$ (d) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ ও $(CH_3)_3COH$
- স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধির ক্রমানুসারে সাজাও এবং কারণ উল্লেখ করো: (a) CH_3CH_2OH , CH_3OCH_3 , $CH_3CH_2CH_3$, CH_3COOH (b) 1-অক্টানল, 1,2-পেন্টেনডাইঅল, 1-পেন্টানল
- ফেনলের জলে দ্রাব্যতা ইথানল অপেক্ষা কম কেন?
- পরীক্ষাগারে ফেনলকে প্রায়শই গাঢ় বাদামি তরলরূপে দেখা যায় কেন?
- ফেনলের স্ফুটনাঙ্ক প্রায় সমআণবিক ভরবিশিষ্ট টলুইন অপেক্ষা বেশি কেন?
- অ্যালকোহলকে অনার্দ্র $CaCl_2$ বা $MgCl_2$ দ্বারা শুষ্ক করা যায় না কেন?
- o -নাইট্রোফেনলের স্ফুটনাঙ্ক ও জলে দ্রাব্যতা p -নাইট্রোফেনল অপেক্ষা কম—ব্যাখ্যা করো।
- মিথানল ও ইথানলের মধ্যে কোনটি পানীয়রূপে ব্যবহার করা হয় ও কেন?
- $C_4H_{10}O$ আণবিক সংকেতবিশিষ্ট কোন অ্যালকোহলকে অ্যালডিহাইড বা কিটোনের বিজারণের ফলে পাওয়া যায় না?

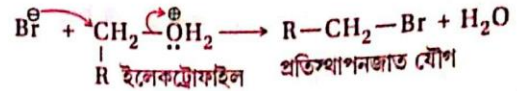
11.6 অ্যালকোহলের রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ (Chemical Reactions of Alcohols)

অ্যালকোহলের বেশিরভাগ বিক্রিয়া এর কার্যকরী গ্রুপ, অর্থাৎ হাইড্রক্সিল ($-OH$) গ্রুপের জন্যই ঘটে। বন্ধন বিভাজনের ভিত্তিতে অ্যালকোহলের বিক্রিয়াগুলিকে মূলত তিনটি শ্রেণিতে ভাগ করা যায়—

I $O-H$ বন্ধন [$C-O-H$] বিভাজনঘটিত বিক্রিয়া, যেক্ষেত্রে অ্যালকোহল নিউক্লিওফাইল-রূপে কাজ করে।



II $C-O$ বন্ধন [$C-OH$] বিভাজনঘটিত বিক্রিয়া, যেক্ষেত্রে প্রোটন-যুক্ত (protonated) অ্যালকোহল ইলেকট্রোফাইল-রূপে কাজ করে।

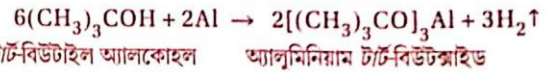
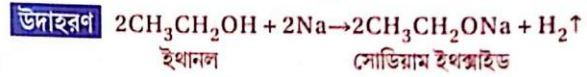
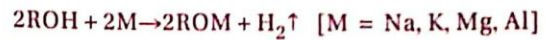


III হাইড্রক্সিল এবং অ্যালকিল গ্রুপ উভয়ে অংশগ্রহণ করে এমন বিক্রিয়া, অর্থাৎ $C-O$ এবং $C-H$ বন্ধন বিভাজনঘটিত বিক্রিয়া।

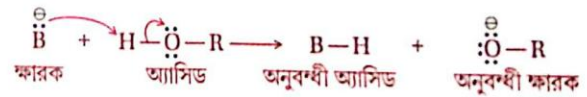
11.6.1 অ্যালকোহলের $O-H$ বন্ধন বিভাজনঘটিত বিক্রিয়াসমূহ

1. সক্রিয় ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়া: আম্লিক প্রকৃতি

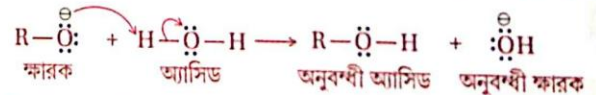
অ্যালকোহলগুলির সঙ্গে Na, K, Mg এবং Al -এর মতো সক্রিয় (উচ্চ তড়িৎ-ঋণাত্মক) ধাতুর বিক্রিয়ায় $-OH$ গ্রুপের H -পরমাণু এইসব ধাতুগুলি দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, ফলে ধাতব অ্যালকক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়।



অ্যালকোহলের অম্লধর্মিতা: **1** সক্রিয় ধাতুর সঙ্গে অ্যালকোহলের বিক্রিয়াগুলি অ্যালকোহলের অম্লধর্মিতা প্রদর্শন করে। প্রকৃতপক্ষে, অ্যালকোহল ব্রনস্টেড অ্যাসিড (Bronsted acid)-রূপে আচরণ করে ও শক্তিশালী ক্ষারককে প্রোটন দান করে অ্যালকক্সাইডে পরিণত হয়।



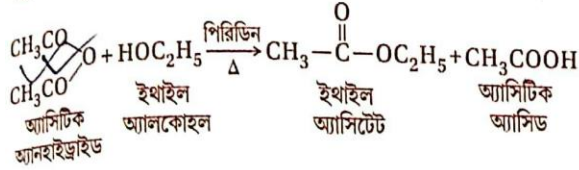
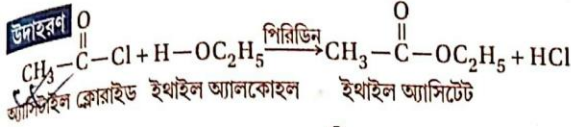
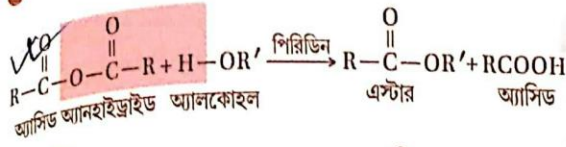
2 অ্যালকক্সাইড আয়ন ও জলের বিক্রিয়ায় অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।



3 যেহেতু শক্তিশালী ক্ষারক শক্তিশালী অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া করে দুর্বল অ্যাসিড ও দুর্বল ক্ষারক উৎপন্ন করে, সুতরাং জল অ্যালকোহল অপেক্ষা শক্তিশালী অ্যাসিড এবং অ্যালকক্সাইড আয়ন, হাইড্রক্সাইড আয়ন অপেক্ষা শক্তিশালী ক্ষারক।

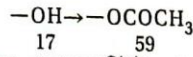
4 অ্যালকোহলের অম্লধর্মিতার কারণ: $O-H$ বন্ধনের ধ্রুবীয় প্রকৃতির জন্যই অ্যালকোহলগুলি অম্লধর্মী হয়। অধিক তড়িৎ-ঋণাত্মক অক্সিজেন পরমাণু $O-H$ বন্ধনের ইলেকট্রন-জোড়কে নিজের দিকে আকর্ষণ করে, ফলে $O-H$ বন্ধন দুর্বল হয়ে পড়ে। তাই একটি শক্তিশালী ক্ষারককে অ্যালকোহল সহজেই প্রোটন দান করে তার অম্লধর্মিতা প্রদর্শন করে। প্রকৃতপক্ষে, অ্যালকোহল অত্যন্ত মৃদু অ্যাসিড ($K_a = 1 \times 10^{-16} - 10^{-18}$)। সাধারণভাবে অ্যালকোহলগুলি প্রশম যৌগ এবং এদের সংস্পর্শে লিটমাসের বর্ণ পরিবর্তন হয় না।

5 অ্যালকোহলের অম্লধর্মিতা জল অপেক্ষা কম: ইলেকট্রন-বিকর্ষী অ্যালকিল গ্রুপ $+I$ এফেক্টের সাহায্যে অক্সিজেনের ইলেকট্রন-ঘনত্ব বৃদ্ধি করে ($R \rightarrow O-H$), ফলে $O-H$ বন্ধনের ধ্রুবীয়তা হ্রাস পায়। তাই অ্যালকোহলের অম্লধর্মিতা জল ($K_w = 1 \times 10^{-14}$) অপেক্ষা কম।



কোনো যৌগে যত সংখ্যক $-\text{OH}$ গ্রুপ থাকে উৎপন্ন অ্যাসিটাইল যৌগে তত সংখ্যক $\text{CH}_3\text{CO}-$ গ্রুপ প্রতিস্থাপিত হয়। যেমন—ইথিলিন গ্লাইকলে দুটি $-\text{OH}$ গ্রুপ আছে, সুতরাং অ্যাসিটাইলেশনের ফলে এটি ডাই-অ্যাসিটাইল যৌগে পরিণত হয় ($\text{HOCH}_2-\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_2-\text{CH}_2\text{OCOCH}_3$)। অ্যাসিটাইলেশন পদ্ধতির সাহায্যে কোনো জৈব যৌগে $-\text{OH}$ গ্রুপের উপস্থিতি প্রমাণ করা যায় এবং ওই যৌগে $-\text{OH}$ গ্রুপের সংখ্যা নির্ধারণ করা যায়।

উদাহরণ একটি পলিহাইড্রিক অ্যালকোহলের আণবিক ভর 180। গলিত সোডিয়াম অ্যাসিটেট সহযোগে একে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড-এর সঙ্গে উত্তপ্ত করলে এর আণবিক ভর বৃদ্ধি পেয়ে 390 হয়। অ্যালকোহলের অন্তর্গত হাইড্রক্সিল গ্রুপের সংখ্যা নিম্নলিখিতভাবে নির্ণয় করা যায়। হাইড্রক্সিল গ্রুপের অ্যাসিটাইলেশনের ফলে কার্যকরী গ্রুপের পরিবর্তন হয়:

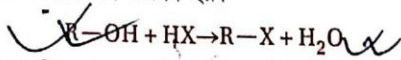


সুতরাং, একটি $-\text{OH}$ গ্রুপের অ্যাসিটাইলেশনের ফলে যৌগের ভর বৃদ্ধি = 59 - 17 = 42। এখানে অ্যালকোহলটির ভর বৃদ্ধি = 390 - 180 = 210। $\therefore -\text{OH}$ গ্রুপের সংখ্যা = $\frac{210}{42} = 5$

11.6.2 অ্যালকোহলের C—OH বন্ধন বিভাজনঘটিত বিক্রিয়াসমূহ

1. হ্যালোজেন অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া

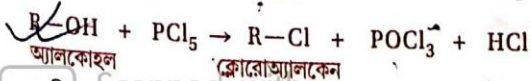
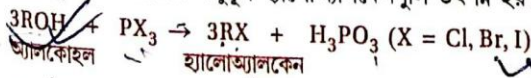
অ্যালকোহলের সঙ্গে হ্যালোজেন অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় হ্যালোঅ্যালকেন এবং জল উৎপন্ন হয়।



এবিধারে সবিস্তারে জানার জন্য 10.4 নং পরিচ্ছেদ দ্যাখো।

2. ফসফরাস হ্যালাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া

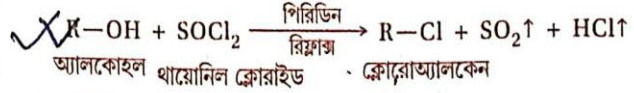
অ্যালকোহলের সঙ্গে PCl_5 , PCl_3 , PBr_3 ($\text{P} + \text{Br}_2$) এবং PI_3 ($\text{P} + \text{I}_2$)-এর বিক্রিয়ায় অনুরূপ হ্যালোঅ্যালকেনগুলি উৎপন্ন হয়।



এ বিধারে বিশদে জানার জন্য 10.4 নং পরিচ্ছেদ দ্যাখো।

3. থায়োনিল ক্লোরাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া

পিরিডিন (জৈব ক্ষারক)-এর উপস্থিতিতে অ্যালকোহলকে থায়োনিল ক্লোরাইড সহযোগে রিফ্লাক্স করলে ক্লোরোঅ্যালকেন উৎপন্ন হয়।

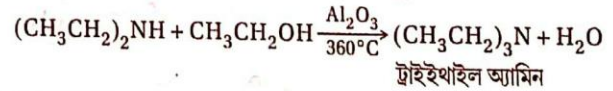
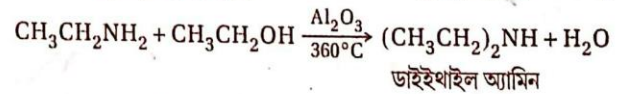
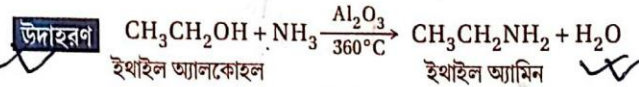


উদাহরণ



4. অ্যামোনিয়ার সঙ্গে বিক্রিয়া

অ্যালকোহল বাষ্প এবং অ্যামোনিয়ার মিশ্রণকে 360°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত অ্যালুমিনা (Al_2O_3)-এর ওপর দিয়ে চালনা করলে প্রাইমারি, সেকেন্ডারি এবং টারসিয়ারি অ্যামিনের একটি মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।



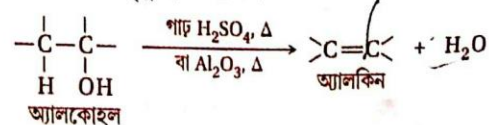
11.6.3 অ্যালকোহলের $-\text{OH}$ গ্রুপ ও অ্যালকিল (R-) গ্রুপ উভয়ে অংশগ্রহণ করে এমন বিক্রিয়াসমূহ

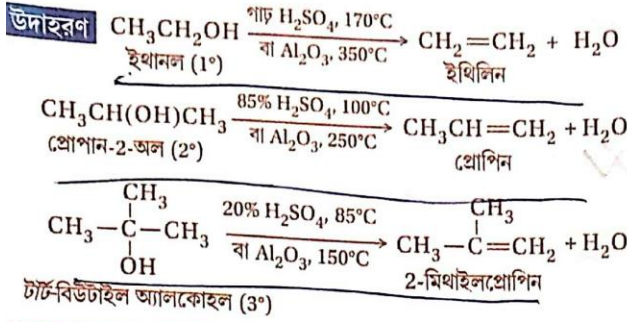
1. অ্যালকোহলের নিরুদন বা ডিহাইড্রেশন (Dehydration)

i) যে অ্যালকোহলের $-\text{OH}$ গ্রুপযুক্ত কার্বন পরমাণুর ঠিক পার্শ্ববর্তী কার্বন পরমাণুতে অন্ততপক্ষে 1 টি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে, তাকে উপযুক্ত নিরুদক সহযোগে উত্তপ্ত করলে ওই অ্যালকোহল অণু থেকে 1 অণু জল বেরিয়ে যায়, অর্থাৎ অ্যালকোহলের অন্তঃআণবিক (intramolecular) নিরুদন ঘটে, ফলে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়।

ii) নিরুদক হিসেবে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড বা ফসফরিক অ্যাসিডের মতো প্রোটিক অ্যাসিড কিংবা জিংক ক্লোরাইড বা অ্যালুমিনার মতো লুইস অ্যাসিড ব্যবহার করা হয়।

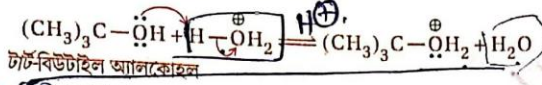
iii) অ্যালকোহলের প্রকৃতি অনুসারে নিরুদনের জন্য বিভিন্ন গাঢ়ত্বের সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয় এবং বিভিন্ন তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটি ঘটানো হয়। নিরুদন বিক্রিয়ায় বিভিন্ন শ্রেণির অ্যালকোহলের সক্রিয়তার ক্রম হল: 3° অ্যালকোহল $>$ 2° অ্যালকোহল $>$ 1° অ্যালকোহল। 1° থেকে 3° অ্যালকোহলের ক্ষেত্রে বিক্রিয়াকালীন অবস্থা (যেমন— অ্যাসিডের গাঢ়ত্ব, তাপমাত্রা ইত্যাদি) ক্রমশ মৃদু হতে থাকে।



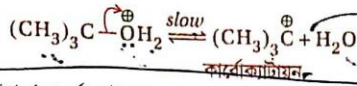


নিরুদন বিক্রিয়ার ক্রিয়াকৌশল: এটি একটি E1 (unimolecular elimination) বিক্রিয়া যা নিম্নলিখিত তিনটি ধাপে সম্পন্ন হয়। দ্বিতীয় ধাপটি সর্বাধিক ধীর গতিসম্পন্ন হওয়ায় বিক্রিয়ার গতি ওই ধাপটির ওপর নির্ভর করে।

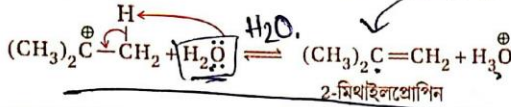
⊕ প্রথম ধাপ (অ্যালকোহলের প্রোটোনেশন):



⊕ দ্বিতীয় ধাপ (জলের অণুর অপসারণ এবং কার্বোক্যাটায়ন গঠন):

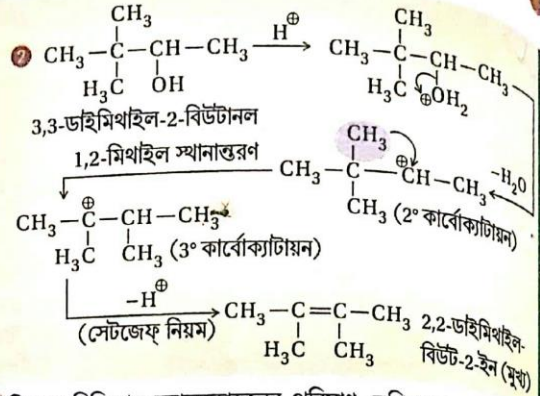
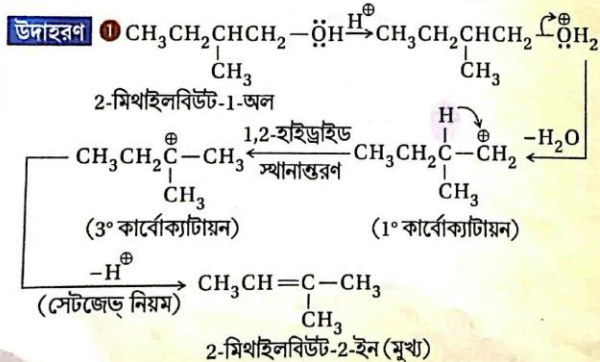


⊕ তৃতীয় ধাপ (কার্বোক্যাটায়ন থেকে প্রোটনের অপসারণ):

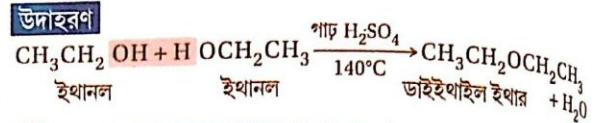


iv বিভিন্ন শ্রেণির অ্যালকোহলের নিরুদন প্রবণতা দ্বিতীয় ধাপে উৎপন্ন কার্বোক্যাটায়নের স্থিতিশীলতার ওপর নির্ভর করে। যেহেতু বিভিন্ন কার্বোক্যাটায়নের স্থিতিশীলতার ক্রম: $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$, সুতরাং অ্যালকোহলগুলির নিরুদন প্রবণতার ক্রম: $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$ ।

⊕ যেহেতু কার্বোক্যাটায়নগুলি সহজেই পুনর্বিন্যস্ত হয়ে অধিক স্থিতিশীল কার্বোক্যাটায়নে পরিণত হতে পারে এবং এই পুনর্বিন্যাস প্রোটন ত্যাগের থেকে দ্রুতগতিতে ঘটে, তাই কিছু কিছু অ্যালকোহলের নিরুদনের ক্ষেত্রে যে অপ্রত্যাশিত অ্যালকিন পাওয়া যায় তা পুনর্বিন্যস্ত কার্বোক্যাটায়ন থেকেই উৎপন্ন হয়।

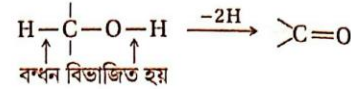


v নিরুদন বিক্রিয়ায় অ্যালকোহলের পরিমাণ বেশি থাকলে আন্তঃাণিক (intermolecular) নিরুদনের মাধ্যমে ইথার উৎপন্ন হয়।



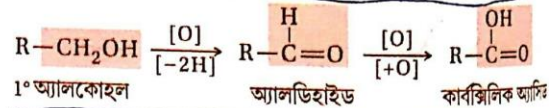
2. অ্যালকোহলের জারণ (Oxidation)

অ্যালকোহলের জারণের সময় O—H এবং C—H বন্ধন বিভাজিত হয় এবং C=O বন্ধন গঠিত হয়।

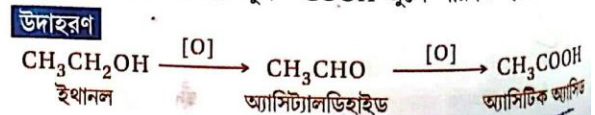


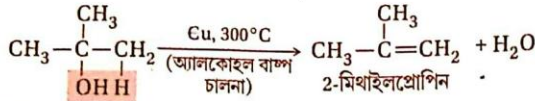
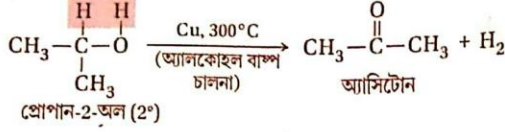
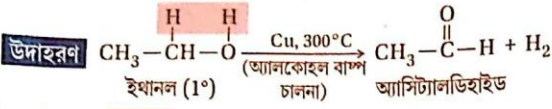
অ্যালকোহলের অণু থেকে এক অণু হাইড্রোজেন অপসারিত হয় বন এই বিক্রিয়া ডিহাইড্রোজেনেশন (dehydrogenation) বিক্রিয়া নামে পরিচিত। অ্যালকোহলের জারণে জারক দ্রব্যরূপে সাধারণত অ্যাসিডিক ডাইক্রোমেট ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$ বা $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$), অম্লিক বা ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট বা লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয়। অ্যালকোহলের জারণ কত সহজে ঘটেবে এবং উৎপন্ন পদার্থের প্রকৃতি কীরূপ হবে তা ব্যবহৃত অ্যালকোহলের শ্রেণির ওপর নির্ভর করে।

i প্রাইমারি অ্যালকোহলের জারণে প্রথমে সমসংখ্যক কার্বন পরমাণু বিশিষ্ট অ্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন অ্যালডিহাইড পরে সমসংখ্যক কার্বন পরমাণুবিশিষ্ট কার্বক্সিলিক অ্যাসিডে জারিত হয়।



প্রথম পর্যায়ে অ্যালকোহলের -OH গ্রুপের H-পরমাণু এবং কার্বন কার্বনের সঙ্গে যুক্ত একটি H-পরমাণু অপসারিত হয়, অর্থাৎ -CH₂OH গ্রুপ -CHO গ্রুপে পরিণত হয়। দ্বিতীয় পর্যায়ে কার্বন কার্বন ও হাইড্রোজেন পরমাণুর মাঝে একটি অক্সিজেন পরমাণু যুক্ত হয়, অর্থাৎ -CHO গ্রুপ -COOH গ্রুপে পরিণত হয়।

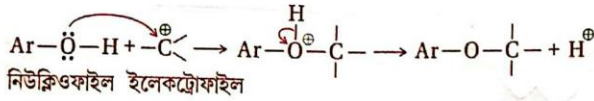




টার্চ-বিউটাইল অ্যালকোহল

11.7 ফেনলের রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ (Chemical Reactions of Phenols)

ফেনলে $-\text{OH}$ গ্রুপ উপস্থিত থাকায় এটি অ্যালকোহলের মতো বেশ কিছু বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। যেমন—অ্যালকোহলের মতো অক্সিজেন-হাইড্রোজেন বন্ধন $[\text{C}-\text{O}-\text{H}]$ বিভাজনঘটিত বিক্রিয়ায় ফেনল দুর্বল নিউক্লিওফাইল হিসেবে কাজ করে।

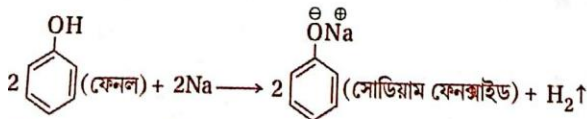


অ্যালকোহলের মতো কার্বন-অক্সিজেন বন্ধন $[\text{C}-\text{OH}]$ বিভাজনঘটিত বিক্রিয়া ফেনলের ক্ষেত্রে খুবই কম ঘটে এবং সেগুলিতে ফেনল ইলেকট্রোফাইল হিসেবে কাজ করে না। এছাড়া ফেনল অ্যালকোহলের মতো অপনয়ন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না বা অ্যালকোহলের মতো একইভাবে জারণ ক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। পরিবর্তে ফেনল বেঞ্জিন বলয়ের বেশ কিছু ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। ফেনলের বিক্রিয়াগুলিকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়: ① ফেনলিক $-\text{OH}$ গ্রুপের বিক্রিয়া, ② বেঞ্জিন বলয়ের বিক্রিয়া এবং ③ কিছু বিশেষ বিক্রিয়া।

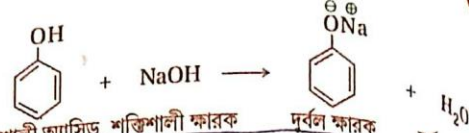
11.7.1 ফেনলিক $-\text{OH}$ গ্রুপ (phenolic $-\text{OH}$ gr.)-এর বিক্রিয়াসমূহ

1. ফেনলের অ্যাসিডরূপে আচরণ

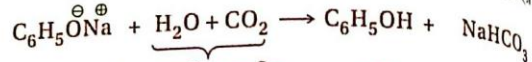
সক্রিয় ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়া: ফেনল সোডিয়াম বা পটাশিয়ামের মতো সক্রিয় ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম বা পটাশিয়াম ফেনক্সাইড (লবণ) এবং হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।



ক্ষারের সঙ্গে বিক্রিয়া: ফেনলগুলি ($pK_a = 8-10$) অ্যালকোহল ($pK_a = 16-18$) অপেক্ষা শক্তিশালী অ্যাসিড। এরা নীল লিটমাসকে লাল করে এবং ক্ষারের জলীয় দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়া করে ফেনক্সাইড লবণ ও জল উৎপন্ন করে।



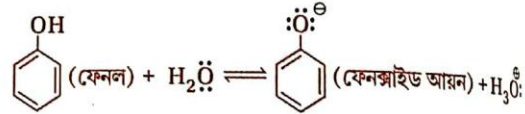
শক্তিশালী অ্যাসিড শক্তিশালী ক্ষারক দুর্বল ক্ষারক দুর্বল অ্যাসিড
অ্যালকোহলগুলি কিন্তু নীল লিটমাসকে লাল করে না বা NaOH দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়া করে না। এই পরীক্ষাগুলির সাহায্যে ফেনল ও অ্যালকোহলের মধ্যে পার্থক্য করা যায়। তবে ফেনলগুলি ফেনলিক অ্যাসিড ($pK_a = 5$) বা কার্বনিক অ্যাসিড ($pK_a = 7$)-এর থেকে দুর্বল অ্যাসিড। তাই এরা কার্বনেট বা বাইকার্বনেট লবণকে বিয়োজিত করে CO_2 মুক্ত করতে পারে না, অর্থাৎ এরা সোডিয়াম কার্বনেট বা বাইকার্বনেট দ্রবণে দ্রবীভূত হয় না। পরিবর্তে ফেনক্সাইড লবণের জলীয় দ্রবণে CO_2 গ্যাস চালনা করলে ফেনলগুলি অধঃক্ষিপ্ত হয়।



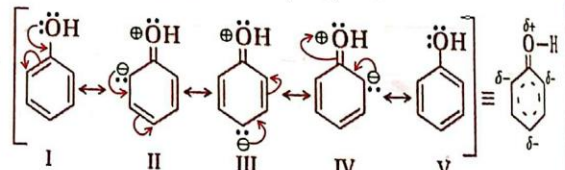
সোডিয়াম ফেনক্সাইড কার্বনিক অ্যাসিড ফেনল (দুর্বল ক্ষারক)
(শক্তিশালী ক্ষারক) (শক্তিশালী অ্যাসিড) (দুর্বল অ্যাসিড)

অর্থাৎ এবং প্যারা-স্ববস্থানে অধিক সংখ্যক ইলেকট্রন-আকর্ষী গ্রুপবিশিষ্ট ফেনলগুলি, অর্থাৎ অধিক অন্বর্ধমী ফেনলগুলি (যেমন-2, 4-ডাইনাইট্রোফেনল, 2, 4, 6-ট্রাইনাইট্রোফেনল ইত্যাদি) সোডিয়াম বাইকার্বনেট দ্রবণে দ্রবীভূত হয়।

অ্যালকোহল অপেক্ষা ফেনলের অধিক আম্লিকতার ব্যাখ্যা: ① যৌগ জলীয় দ্রবণে যত সহজে প্রোটন (H^+) দান করতে পারে, সেট তত তীব্র অ্যাসিড বলে বিবেচিত হয়। জলীয় দ্রবণে ফেনল আয়নিত হয়ে ফেনক্সাইড আয়ন উৎপন্ন করে।



② ফেনল দুর্বল অ্যাসিড হলেও অ্যালকোহলের চেয়ে অনেক বেশি তীব্র অ্যাসিড। ফেনলের অন্বর্ধমিতার কারণ রেজোনেন্সের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়। ফেনল প্রকৃতপক্ষে একটি রেজোনেন্স হাইব্রিড। এই হাইব্রিডে অংশগ্রহণকারী গঠনাকৃতিগুলি হল:



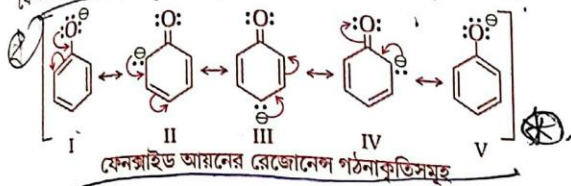
ফেনলের রেজোনেন্স গঠনাকৃতিসমূহ

হাইব্রিড গঠনাকৃতি

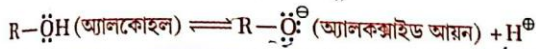
③ রেজোনেন্স হাইব্রিডে পাঁচটি গঠনাকৃতির মধ্যে তিনটি গঠনাকৃতি (II, III ও IV) অবদানের জন্য O-পরমাণু আংশিক পজিটিভ চার্জবিশিষ্ট হয়, ফলে এটি O-H বন্ধনের ইলেকট্রন-জোড়কে নিজের দিকে বেশি পরিমাণে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণের ফলে O-H বন্ধনের ধ্রুবীয়তা বৃদ্ধি পাওয়ায় বন্ধনটি দুর্বল হয়ে পড়ে এবং তাই H-পরমাণুর প্রোটন (H^+) রূপে বিচ্ছিন্ন হওয়ার প্রবণতা বৃদ্ধি পায়। কিন্তু অ্যালকোহলের (R-OH) ক্ষেত্রে অন্বর্ধ

রেজোনেন্স সম্ভব নয়। তাই ফেনলের তুলনায় অ্যালকোহলের O—H বন্ধনটি বেশি শক্তিশালী এবং এক্ষেত্রে H-পরমাণুর প্রোটন (H⁺)-রূপে বিচ্ছিন্ন হওয়ার প্রবণতা অনেক কম। সুতরাং, অ্যালকোহলের চেয়ে ফেনল বেশি আম্লিক।

বিকল্প ব্যাখ্যা: ফেনল-ফেনক্সাইড আয়ন সাম্যাবস্থা এবং অ্যালকোহল-অ্যালকক্সাইড আয়ন সাম্যাবস্থা বিবেচনা করেও এই আপেক্ষিক অম্লধর্মিতার ব্যাখ্যা দেওয়া যায়। ① ফেনক্সাইড আয়নকে ফেনলের মতো একটি রেজোনেন্স হাইব্রিডরূপে প্রকাশ করা যায়।



② ফেনক্সাইড আয়নের রেজোনেন্স হাইব্রিডে অংশগ্রহণকারী সবকটি রেজোনেন্স গঠনাকৃতি নেগেটিভ চার্জযুক্ত, অর্থাৎ একই প্রকার চার্জযুক্ত। কিন্তু অবিয়োজিত ফেনল অণুর তিনটি গঠনাকৃতিতে (II, III এবং IV) দু-প্রকার চার্জ (পজিটিভ এবং নেগেটিভ) বর্তমান। যেহেতু একই প্রকার চার্জযুক্ত রেজোনেন্স গঠনাকৃতি, দুই প্রকার চার্জযুক্ত রেজোনেন্স গঠনাকৃতি অপেক্ষা অধিক স্থিতিশীল, তাই ফেনক্সাইড আয়নের রেজোনেন্স-স্থিতিশীলতা ফেনল অপেক্ষা বেশি হয়। তাই জলীয় দ্রবণে ফেনল-ফেনক্সাইড আয়ন সাম্যটি অবস্থান করে, অর্থাৎ ফেনল মৃদু আম্লিক ধর্ম দেখায়। ③ অন্যদিকে, অ্যালকোহল এবং অ্যালকক্সাইড আয়ন দুটিকেই একটি করে সংকেত দ্বারা সন্তোষজনকভাবে প্রকাশ করা যায়।



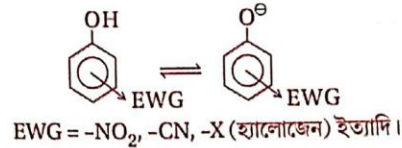
④ অ্যালকক্সাইড আয়নে নেগেটিভ চার্জ O-পরমাণুতেই সীমাবদ্ধ থাকে। এদের রেজোনেন্স স্থিতিশীলতা না থাকায় অ্যালকোহল-অ্যালকক্সাইড সাম্য সৃষ্টি হওয়ার চালিকা শক্তি এক্ষেত্রে অনুপস্থিত।

প্রতিস্থাপিত ফেনলসমূহের অম্লধর্মিতার তুলনা

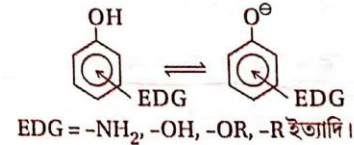
প্রতিস্থাপিত ফেনল	অম্লধর্মিতার ক্রম ও তার ব্যাখ্যা
<p>o-নাইট্রোফেনল ($pK_a = 7.23$) p-নাইট্রোফেনল ($pK_a = 7.15$) m-নাইট্রোফেনল ($pK_a = 8.40$)</p>	<p>ফেনলের সাপেক্ষে নাইট্রোফেনলগুলির অম্লধর্মিতা হ্রাসের ক্রম হল: p-নাইট্রোফেনল > o-নাইট্রোফেনল > m-নাইট্রোফেনল > ফেনল ($pK_a = 9.98$)। $-NO_2$ গ্রুপের শক্তিশালী ইলেকট্রন-আকর্ষী প্রকৃতির জন্য সকল নাইট্রোফেনলগুলি ফেনলের থেকে অধিক অম্লধর্মী। একটি $-NO_2$ গ্রুপ -I এবং -R এক্ষেত্রে সাহায্যে ইলেকট্রন আকর্ষণ করতে পারে। গ্রুপটি যে-কোনো অবস্থান (অর্থাৎ, মেটা- বা প্যারা-) থেকেই -I এক্ষেত্রে সাহায্যে $-OH$ গ্রুপের অক্সিজেনের ইলেকট্রন ঘনত্ব হ্রাস করে। গ্রুপটি কেবলমাত্র অর্থাৎ বা প্যারা- অবস্থানে থাকলে $-OH$ গ্রুপের অক্সিজেনের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন-জোড়ের সঙ্গে এর কনজুগেশন ঘটে বলে $-R$ এক্ষেত্রে সাহায্যে এটি $-OH$ গ্রুপের অক্সিজেনের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন-জোড়কে নিজের দিকে টেনে নেয়।</p> <p>$-NO_2$ গ্রুপটি মেটা- অবস্থানে থাকলে $-OH$ গ্রুপের অক্সিজেনের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন-জোড়ের সঙ্গে এর কনজুগেশন ঘটে না বলে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন-জোড়কে নিজের দিকে টেনে নিতে পারে না। সুতরাং o- বা p-নাইট্রোফেনলের $-OH$ গ্রুপের O-পরমাণুটি m-নাইট্রোফেনলের $-OH$ গ্রুপের অক্সিজেন পরমাণু অপেক্ষা অধিক ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয়ে পড়ে এবং সহজে O—H বন্ধন বিভাজনের মাধ্যমে অধিক অম্লধর্মিতা প্রদর্শন করে।</p> <p style="text-align: right;">m-নাইট্রোফেনল</p>

তাই অ্যালকোহল অ্যালকক্সাইড আয়ন গঠনের প্রবণতা দেখায় না। অর্থাৎ, ফেনল অ্যালকোহলের থেকে অনেক বেশি তীব্র অ্যাসিড।

ফেনলের অম্লধর্মিতার ওপর প্রতিস্থাপকের প্রভাব: ফেনল অপেক্ষা ফেনক্সাইড আয়নের অধিক রেজোনেন্স-স্থিতিশীলতাই ফেনলের অম্লধর্মিতার কারণ। বলয়ে উপস্থিত কোনো প্রতিস্থাপক বা গ্রুপ ফেনলের অম্লধর্মিতা হ্রাস বা বৃদ্ধি ঘটাতে পারে। ① ইলেকট্রন-আকর্ষী প্রতিস্থাপক বা গ্রুপ (electron-withdrawing group, EWG) চার্জ ডিলোকালাইজেশনের মাধ্যমে ফেনক্সাইড আয়নকে ফেনলের তুলনায় অধিক স্থিতিশীল করে বলে ফেনলের আম্লিকতা বৃদ্ধি পায়। ② অন্যদিকে, ইলেকট্রন-বিকর্ষী প্রতিস্থাপক বা গ্রুপ (electron-donating group, EDG) চার্জ লোকালাইজেশনের মাধ্যমে ফেনক্সাইড আয়নকে ফেনলের তুলনায় অস্থিতিশীল করে বলে ফেনলের আম্লিকতা হ্রাস পায়।



[EWG ইলেকট্রন আকর্ষণ করে, নেগেটিভ চার্জকে ছড়িয়ে দেয়, ফেনক্সাইড আয়নকে ফেনলের তুলনায় অধিক স্থিতিশীল করে এবং তাই আম্লিকতা বৃদ্ধি পায়।]

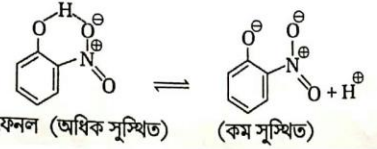


[EDG ইলেকট্রন বিকর্ষণ করে, নেগেটিভ চার্জকে কেন্দ্রীভূত করে, ফেনক্সাইড আয়নকে ফেনলের তুলনায় অস্থিতিশীল করে এবং তাই আম্লিকতা হ্রাস পায়।]

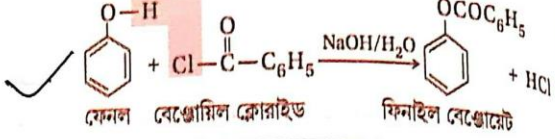
অল্পধর্মিতার ক্রম ও তার ব্যাখ্যা

প্রতিস্থাপিত ফেনল	
2, 4-ডাইনাইট্রোফেনল ($pK_a = 4.0$)	একই সঙ্গে অর্ধে এবং প্যারা- অবস্থানে $-NO_2$ গ্রুপের উপস্থিতির জন্য মনো-নাইট্রোফেনলগুলির (o -নাইট্রোফেনল, p -নাইট্রোফেনল এবং m -নাইট্রোফেনল) থেকে ডাইনাইট্রোফেনল এবং ট্রাইনাইট্রোফেনলগুলি অধিক অল্পধর্মী।
2, 4, 6-ট্রাইনাইট্রোফেনল ($pK_a = 0.71$)	
m -ক্রেসল ($pK_a = 10.08$)	ফেনলের সাপেক্ষে ক্রেসলগুলির অল্পধর্মিতা হ্রাসের ক্রম হল: ফেনল > m -ক্রেসল > p -ক্রেসল > o -ক্রেসল। মিথাইল গ্রুপ +I এফেক্ট এবং হাইপারকনজুগেটিভ এফেক্ট (অপেক্ষাকৃত শক্তিশালী)-এর সাহায্যে ইলেকট্রন বিকর্ষণ করতে পারে বলে সকল ক্রেসলগুলি ফেনলের থেকে কম অল্পধর্মী। মিথাইল গ্রুপটি যে-কোনো অবস্থানে থেকে +I এফেক্টের সাহায্যে অক্সিজেনের ইলেকট্রন-ঘনত্ব বৃদ্ধি করে।
o -ক্রেসল ($pK_a = 10.28$)	<p>গ্রুপটি কেবলমাত্র অর্ধে- বা প্যারা- অবস্থানে থাকলে হাইপারকনজুগেটিভ এফেক্টের সাহায্যে অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত কার্বন তথা অক্সিজেনের ইলেকট্রন-ঘনত্ব বৃদ্ধি করে কিছু মেটা- অবস্থানে থাকলে তা পারে না। সুতরাং m-ক্রেসল, o- বা p-ক্রেসল অপেক্ষা অধিক অল্পধর্মী। আবার, $-CH_3$ গ্রুপের +I এফেক্ট প্যারা- অবস্থানে অপেক্ষা অর্ধে অবস্থানে বেশি বলে, o-ক্রেসল, p-ক্রেসল অপেক্ষা কম অল্পধর্মী।</p>
p -ক্রেসল ($pK_a = 10.14$)	

p -নাইট্রোফেনল, o -নাইট্রোফেনল অপেক্ষা অধিক অল্পধর্মী কারণ, o -নাইট্রোফেনল অন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের জন্য ফেনল্লাইড আয়ন অপেক্ষা অধিক সুস্থিত। ফলে o -নাইট্রোফেনল সহজে প্রোটন ত্যাগ করে না।

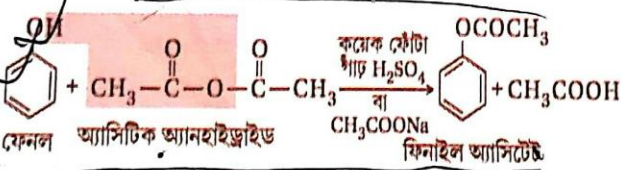
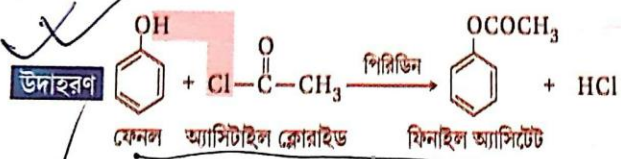


আর্দ্রবিশ্লেষিত হয় না। অবিস্কারকের নাম অনুসারে বিক্রিয়াটিকে স্কট-বোমান বিক্রিয়া (Schotten-Baumann reaction) -ও বলা হয়।



2. অ্যাসিড ক্লোরাইড এবং অ্যানহাইড্রাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া

সামান্য পিরিডিনের উপস্থিতিতে অ্যাসিড ক্লোরাইডের সঙ্গে বা সামান্য গাঢ় H_2SO_4 -এর উপস্থিতিতে অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইডের সঙ্গে ফেনলের বিক্রিয়া ঘটলে ফেনলের $-OH$ গ্রুপের H-পরমাণুটি অ্যাসাইল (RCO-) গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে এস্টার উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটিকে অ্যাসাইলেশন বিক্রিয়া (acylation reaction) বলে। অ্যাসিড ক্লোরাইড হিসেবে অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড এবং অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড হিসেবে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ব্যবহৃত হলে, অর্থাৎ $-OH$ গ্রুপের H-পরমাণু অ্যাসিটাইল (CH_3CO-) গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হলে বিক্রিয়াটিকে অ্যাসিটাইলেশন বিক্রিয়া (acetylation reaction) বলে।

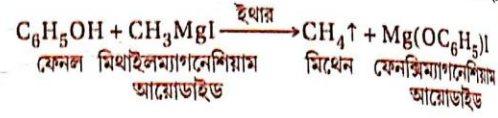


ফেনলের বেঞ্জোয়িলেশন বিক্রিয়া NaOH-এর জলীয় দ্রবণের উপস্থিতিতে ঘটানো হয় কারণ বেঞ্জোয়িল ক্লোরাইড ক্ষার দ্বারা

অ্যালকোহলের মতো ফেনলগুলিকে কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটলে এস্টারে পরিণত করা যায় না। কারণ অক্সিজেনের নিম্নসঙ্গে ইলেকট্রন-জোড় বেঞ্জিন বলয়ের সঙ্গে রেজোনেন্সে অংশগ্রহণ করায় অ্যালকোহল অপেক্ষা এরা দুর্বল নিউক্লিওফাইল এবং প্রোটনযুক্ত কার্বনিল কার্বনে আক্রমণ করতে ব্যর্থ।

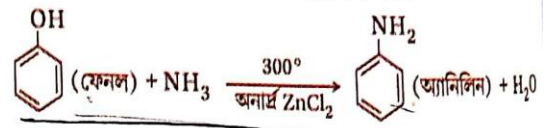
3. গ্রিগনার্ড বিকারকের সঙ্গে বিক্রিয়া

গ্রিগনার্ড বিকারকের সঙ্গে ফেনলের বিক্রিয়ায় অ্যালকেন উৎপন্ন হয়।



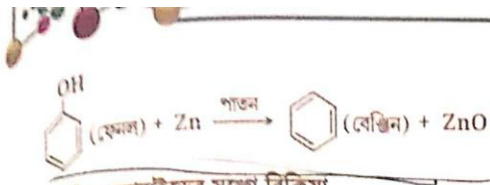
4. অ্যামোনিয়ার সঙ্গে বিক্রিয়া

উচ্চ তাপমাত্রায় ($300^\circ C$) অনার্দ্র $ZnCl_2$ -এর উপস্থিতিতে ফেনলের সঙ্গে অ্যামোনিয়ার বিক্রিয়ায় অ্যানিলিন উৎপন্ন হয়। যোহু নিউক্লিওফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় ফেনল অপেক্ষাকৃত নিষ্ক্রিয় অর্থাৎ বিক্রিয়াটি ঘটানোর জন্য তীব্র অবস্থার প্রয়োজন হয়।



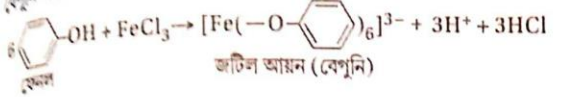
5. জিংক গুড়োর সঙ্গে বিক্রিয়া

ফেনলকে Zn-গুঁড়ো সহ পাতিত করলে এরা হাইড্রোকার্বনে বিজারিত হয়। এই পদ্ধতিতে বেঞ্জিন বলয় থেকে $-OH$ গ্রুপ অপসারিত করা যায়



৬. ফেরিক ক্লোরাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া

ফেনলে কয়েক ফোঁটা প্রশম ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ যোগ করলে ফেনল অণুর জটিল আয়ন $[\text{Fe}(\text{OC}_6\text{H}_5)_6]^{3-}$ গঠিত হওয়ায় মিশ্রণ গাঢ় ধারণ করে। এই বিক্রিয়ার সাহায্যে ফেনলকে শনাক্ত করা যায়।



প্রকৃতপক্ষে ইনল ($=\text{C}-\text{OH}$) গ্রুপবিশিষ্ট সকল (অ্যালিফ্যাটিক বা অ্যারোমেটিক) যৌগই প্রশম FeCl_3 দ্রবণের সঙ্গে বৈশিষ্ট্যপূর্ণ রং সৃষ্টি করে। ফেনলের গঠনাকৃতির ওপর নির্ভর করে এই রং বেগুনি ছাড়াও সবুজ, নীল এমনকি মালও হতে পারে।

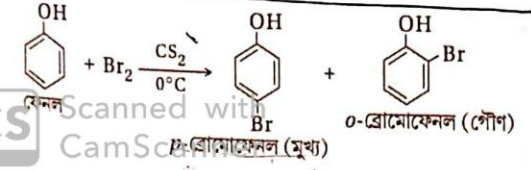
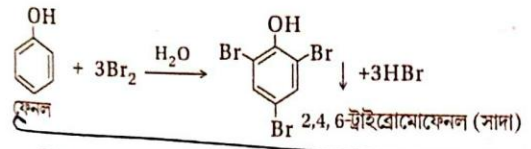
11.2.2 বেঞ্জিন বলয়ের বিক্রিয়া (Reactions with benzene ring)

ফেনলে উপস্থিত $-\text{OH}$ গ্রুপটি ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বলয়কে সক্রিয় করে। তাই ফেনলের ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বেঞ্জিন অপেক্ষা অনেক দ্রুততার সঙ্গে ঘটে এবং অনেক ক্ষেত্রে বহু প্রতিস্থাপন এড়ানো সম্ভব হয় না। আবার, যেহেতু $-\text{OH}$ গ্রুপটি অর্ধো- বা *প্যারা*- অবস্থানের ইলেকট্রন-ঘনত্ব *মেটা*- অবস্থানের তুলনায় বেশি বৃদ্ধি করে, তাই $-\text{OH}$ গ্রুপটি অর্ধো-/*প্যারা*-নির্দেশক।

1. হ্যালোজেনেশন (Halogenation)

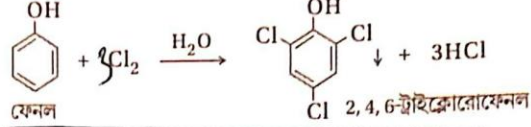
বেঞ্জিনের হ্যালোজেনেশন লুইস অ্যাসিডের উপস্থিতিতে ঘটলেও বলয়ের অধিক সক্রিয়তার জন্য ফেনলের হ্যালোজেনেশন লুইস অ্যাসিডের অনুপস্থিতিতেই ঘটে।

i ব্রোমিনের সঙ্গে: ফেনলের জলীয় দ্রবণে ব্রোমিন-জল মেশালে বেঞ্জিন বলয়ের তিনটি H-পরমাণু ব্রোমিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে 2,4,6-ট্রাইব্রোমোফেনলের সাদা অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে। তবে জলের পরিবর্তে কম ধ্রুবীয় বা অধ্রুবীয় দ্রাবক, যেমন— CS_2 , CCl_4 ইত্যাদি ব্যবহৃত হলে প্রতিস্থাপন নিয়ন্ত্রিত হয় এবং *o*- ও *p*-ব্রোমোফেনল উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে *প্যারা*-সমাবয়বটি অনেক বেশি পরিমাণে উৎপন্ন হয়।



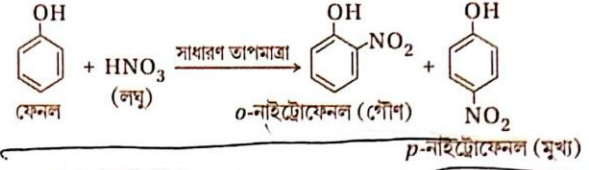
জলীয় দ্রবণে ফেনল ফেনল্লাইড আয়ন উৎপন্ন করে। ফেনল্লাইড আয়নের $(\text{C}_6\text{H}_5-\ddot{\text{O}}^-)$ ঋণাত্মক চার্জযুক্ত O-পরমাণু বলয়ে অধিক মাত্রায় ইলেকট্রন পাঠিয়ে বলয়কে অধিক সক্রিয় করে। তাই এক্ষেত্রে বহু প্রতিস্থাপন ঘটে। অন্যদিকে, অধ্রুবীয় মাধ্যমে ফেনল আয়নিত হয় না বলে $-\ddot{\text{O}}\text{H}$ গ্রুপটি বলয়ে কম মাত্রায় ইলেকট্রন পাঠায় ও বলয়কে অপেক্ষাকৃত কম সক্রিয় করে। তাই এক্ষেত্রে মনো প্রতিস্থাপন ঘটে।

ii ক্লোরিনের সঙ্গে: ক্লোরিন জলের সঙ্গে ফেনলের অনুর্বপ বিক্রিয়ায় সাদা রঙের 2,4,6-ট্রাইক্লোরোফেনল অধঃক্ষিপ্ত হয়। কম ধ্রুবীয় বা অধ্রুবীয় দ্রাবকে *o*- বা *p*-ক্লোরোফেনল গঠিত হয়।

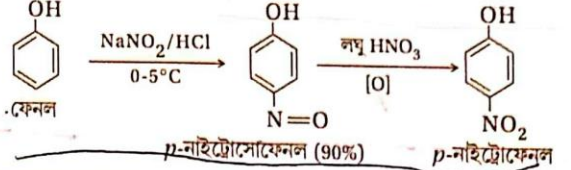


2. নাইট্রেশন (Nitration)

1 শীতল ও লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডের সঙ্গে ফেনলের বিক্রিয়ায় *o*- এবং *p*-নাইট্রোফেনল উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়ায় গাঢ় HNO_3 ও গাঢ় H_2SO_4 মিশ্রণ ব্যবহার করা যায় না, কারণ ফেনলের বলয়ের ইলেকট্রন-ঘনত্ব তথা সক্রিয়তা অত্যন্ত বেশি হওয়ায় গাঢ় HNO_3 একই সঙ্গে এর জারণ ও পলিনাইট্রেশন ঘটায়। *o*-নাইট্রোফেনল স্টিম-উদ্বায়ী হওয়ায় একে স্টিম-পাতনের সাহায্যে *p*-নাইট্রোফেনল থেকে পৃথক করা হয়।



2 এই পদ্ধতিতে *p*-নাইট্রোফেনল মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ হলেও প্রারম্ভিক বিক্রিয়কের (ফেনলের) সাপেক্ষে এর উৎপাদন মাত্রা (yield) খুব কম (HNO_3 কর্তৃক ফেনলের জারণ)। নাইট্রোসেশন (nitrosation) বিক্রিয়ার মাধ্যমে অধিক পরিমাণে *p*-নাইট্রোফেনল প্রস্তুত করা যায়।



ঘন HNO_3 এবং ঘন H_2SO_4 দ্বারা ফেনলের নাইট্রেশন ঘটিয়ে 2,4,6-ট্রাইনাইট্রোফেনল (পিকরিক অ্যাসিড) প্রস্তুত করা হয় না কারণ নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা ফেনলের জারণের ফলে খুব কম পরিমাণে পিকরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। ইদানীং নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে পিকরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়:

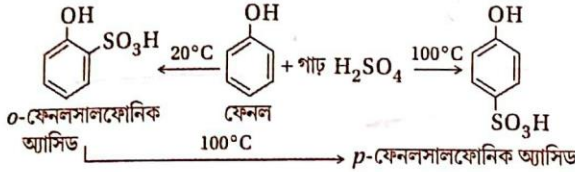
$$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[100^\circ\text{C}]{\text{গাঢ় H}_2\text{SO}_4} \text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H} + \text{C}_6\text{H}_3\text{SO}_3\text{H} \xrightarrow[100^\circ\text{C}]{\text{গাঢ় HNO}_3} \text{C}_6\text{H}_2\text{NO}_2\text{SO}_3\text{H}$$

ফেনল 2,4,6-ট্রাইনাইট্রোফেনল (পিকরিক অ্যাসিড) (90%)

সালফোনেশনের ফলে বলয়ের সক্রিয়তা হ্রাস পায় বলে পরবর্তী ধাপে HNO_3 -এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় ফেনলসালফোনিক অ্যাসিডগুলি জারিত হয়ে নষ্ট হয় না। দ্বিতীয় ধাপে বলয়ের একটি অবস্থানে ডিসালফোনোটিভ নাইট্রেশন ($-\text{NO}_2$ গ্রুপ ঘারা $-\text{SO}_3\text{H}$ গ্রুপের প্রতিস্থাপন) ঘটে।

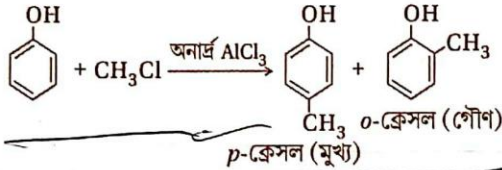
3. সালফোনেশন (Sulphonation)

গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সঙ্গে ফেনলের বিক্রিয়ায় *o*- এবং *p*-ফেনলসালফোনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। কম তাপমাত্রায় অর্থে এবং বেশি তাপমাত্রায় *প্যারা*-সমাবয়বীকে প্রধান বিক্রিয়াজাত পদার্থ হিসেবে পাওয়া যায়। আবার, অর্থে-সমাবয়বীকে উত্তপ্ত করলে তা *প্যারা*-সমাবয়বীতে পরিণত হয়।



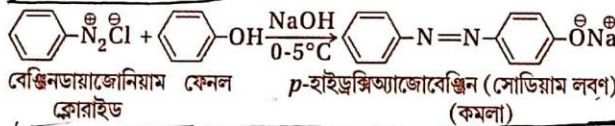
4. ফ্রিডেল-ক্রাফটস বিক্রিয়া (Friedel-Crafts reaction)

অনার্দ AlCl_3 -এর উপস্থিতিতে ফেনলের সঙ্গে অ্যালকিল হ্যালাইডের বিক্রিয়া ঘটালে অ্যালকিল প্রতিস্থাপিত ফেনল উৎপন্ন হয়। *প্যারা*-সমাবয়বী মুখ্য বিক্রিয়াজাত পদার্থ হিসেবে উৎপন্ন হয়।



5. ডায়াজোনিয়াম লবণের সঙ্গে কাপলিং (coupling) বিক্রিয়া

ফেনলের ক্ষারীয় শীতল দ্রবণে বেঞ্জিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের শীতল দ্রবণ যোগ করলে কাপলিং বিক্রিয়া ঘটে এবং কমলা বর্ণের অ্যাজো যৌগ *p*-হাইড্রক্সিঅ্যাজোবেঞ্জিন উৎপন্ন হয়।

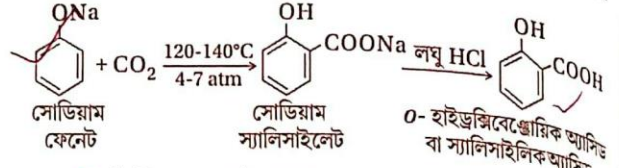


স্টেরিক হিন্ড্রেন্স-এর কারণে কাপলিং সাধারণত $-\text{OH}$ গ্রুপের পরিপ্রেক্ষিতে অর্থে অবস্থানে না ঘটে *প্যারা*-অবস্থানে ঘটে। *প্যারা*-অবস্থানটি অবরুদ্ধ (block) থাকলে অর্থে অবস্থানেই কাপলিং ঘটে। অর্থে ও *প্যারা*-দুটি অবস্থানেই অবরুদ্ধ থাকলে কাপলিং বিক্রিয়া ঘটে না। এটি একটি ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া যাতে $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2^+$ ইলেকট্রোফাইল হিসেবে কাজ করে।

6. কোলবে-স্মিট বিক্রিয়া (Kolbe-Schmitt reaction)

শুষ্ক সোডিয়াম ফেনেট বা ফেনক্সাইডকে কার্বন ডাইঅক্সাইডের সঙ্গে উচ্চচাপে (4-8 atm) 120-140°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে

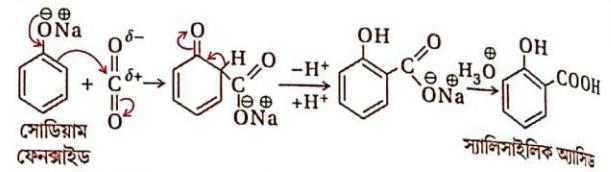
প্রায় সম্পূর্ণরূপে *o*-হাইড্রক্সিবেঞ্জোয়িক অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণ, অর্থাৎ সোডিয়াম স্যালিসাইলেট উৎপন্ন হয়। সোডিয়াম স্যালিসাইলেটের জলীয় দ্রবণকে শীতল লঘু HCl দ্বারা আম্লিক করলে স্যালিসাইলিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। এই বিক্রিয়াকে কোলবে-স্মিট বিক্রিয়া (Kolbe-Schmitt reaction) বলে। এর সাহায্যে অ্যারোমেটিক বলয়ে সরাসরি কার্বক্সি ($-\text{COOH}$) গ্রুপ প্রবেশ করানো যায়।



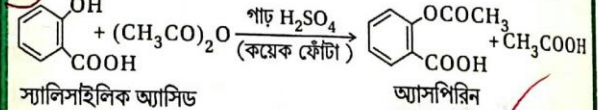
পটাশিয়াম ফেনেট ব্যবহার করলে মুখ্যত *p*-হাইড্রক্সিবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। এটি একটি ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া যাতে CO_2 ইলেকট্রোফাইল হিসেবে কাজ করে।

এই বিক্রিয়ায় ফেনলের পরিবর্তে ফেনক্সাইড আয়ন ব্যবহার করা হয়, কারণ এটি ইলেকট্রোফিলিক প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় বলয়কে অধিক সক্রিয় করে যাতে দুর্বল ইলেকট্রোফাইল CO_2 -এর সঙ্গে সহজেই বিক্রিয়া করতে পারে।

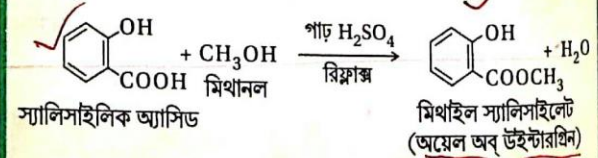
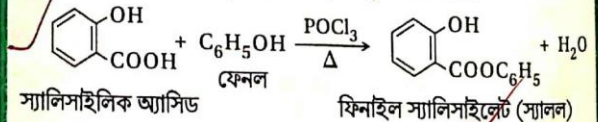
ক্রিয়াকৌশল:



স্যালিসাইলিক অ্যাসিডের অ্যাসিটাইলেশন দ্বারা অ্যাসপিরিন (অ্যাসিটাইলস্যালিসাইলিক অ্যাসিড বা 2-অ্যাসিটক্সিবেঞ্জোয়িক অ্যাসিড) প্রস্তুত করা হয়। এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ বেদনানাশক (analgesic) ছুর নিবারক (antipyretic) গুণ। বর্তমানে হৃদরোগের ঠিকিৎসায় অ্যাসপিরিন ব্যবহার করা হচ্ছে কারণ এর রক্ত তঞ্চনরোধী ধর্ম (antiquagulant property) আছে বলে প্রমাণিত হয়েছে।



স্যালিসাইলিক অ্যাসিড থেকে স্যালল (ফিনাইল স্যালিসাইলেট) এবং মিথাইল স্যালিসাইলেট (অয়েল অব্ উইন্টারগিন) প্রস্তুত করা যায়।

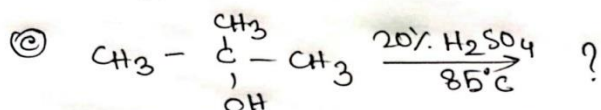
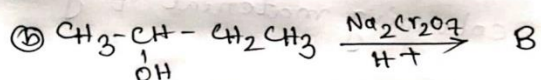
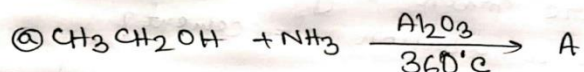


স্যালল অভ্যন্তরীণ অ্যান্টিসেপটিক হিসেবে এবং মিথাইল স্যালিসাইলেট বেদনানাশক মলম ও সুগন্ধি পদার্থে ব্যবহার করা হয়।

Solve the following problems

Assignment

1. ବ୍ୟାପନୀୟ ବିକ୍ରିୟା କଣ?
2. ଅପ୍ରାଥମିକତା କଣ? କିପରି ପ୍ରାପ୍ତ କରା
ହୁଏ?
3. ତ୍ୟାନକୋହଲ୍ ଅଲୋକ୍ୟ ହାଲୋଜେନୋସବିକାର
ଆଲିକ — ଯାହା ବ୍ୟାପକ।
4. ଉପର ଲବ୍ଧ ଗୁଣ୍ଡିର ଜାଣାଞ୍ଜରଣ କର।



5. ହାଲୋଜେନୋସବିକା କିପରି ମିଶ୍ରଣିକ ଅପ୍ରାଥମିକ
ପ୍ରାପ୍ତ କରା ହୁଏ?